

高等学校化学における実践例

燕高等学校 木村正史

1. 生徒の実態

授業実践したクラスの生徒は、全日制普通科2年生（共学クラス）45名（男子26名・女子19名）で、1年生の時生物を4単位履習している。進路希望は3月現在、進学40名、就職5名であり、その内4年制大学を希望する生徒は28名となっている。

2年生になって初めての化学の授業時に化学全体を説明した後、「化学に対するイメージ」を調査した結果が表1である。調査対象が45名と少ない為、あまり大きな傾向は見あたらないが、6割にあたる27名の生徒が化学に対して好意的なイメージを持っている事、又その理由の6割が実験が楽しいからと答えている事等は授業を展開する上で、大きな視点を与えてくれた。又化学の持つ将来に対する意味も同時に調査したが、習おうとしている内容は日常生活とは遊離していて、役に立たないと半数近くの生徒が考えている。反面、考え方が身につについて役立つと期待している生徒も25%に達していた。

このようなイメージをもつ生徒達に対して出発した化学の授業であったが、1学期も後半になると、幾つかの問題点が浮び上ってきた。

1つは、現代の風潮であるかもしれない生徒の「受身の姿勢」が目立ち、授業中ひたすら板書された文字をノートに書き写すだけの姿が目立った。自ら学ぼうとする意欲、学習した知識を用いて問題解決に応用してみるといった事に欠けている点である。授業内容に対しても、それは単なる教科書の中に書いてある事柄を理解するだけで、日常現象に関

(表1) 化学に対するイメージ

問1 あなたは化学が他の科目よりも好きですか、嫌いですか。	
1. 好きです。 ( 60% )	
a. 内容に興味・関心が持てるから。	20%
b. 化学実験が楽しいから。	35%
c. 内容が体系的にまとまりすっきりしてるから。	2%
d. 日常生活に役立つものが多いから。	0%
e. 将来、進路等で役立つから。	2%
2. 嫌いです。 ( 40% )	
a. 計算問題が難しいから。	27%
b. 内容に興味・関心が持てないから。	4%
c. 実験やレポートがめんどうだから。	7%
d. 日常生活から掛け離れているから。	0%
e. 公害や自然破壊につながるから。	2%

連づけてみたり、体験や自分の情報をその中へ投影してみるといった事をしない傾向を示した。

2つめは、イメージ調査の結果通り実験に対しては多くの生徒が興味・関心を示すが、それは光が出たり音が出るといった表面的変化に目が奪われていて、その内容を深く考え授業で得た知識との関連性を見い出すまで至っていないことである。その場で得られた情報がバラバラになっていて頭の中で整理されていないため、何の実験を何のためにやるかといった事が理解できないままにいる生徒が多い。

## 2. イメージマップのねらい

### (1) 情報の整理と系統化をはかる

単元の終了時に問題演習の時間を持つと、大半の生徒がすぐ教科書を最初からパラパラとめくっては役立ちそうな所をもう1度読みなおし、問題に取り組む傾向がある。情報の洗い出しもせず、自分の知識を信頼せずにすぐ教科書やノートに頼ろうとするので、まず問題解決にあたって自分の持っている情報を洗い出し、分類し整理させることによって知識の引き出しを容易にさせる事が必要と思われる。

その為には、既習内容や経験から身につけていた情報を相互に関連づけさせ、構造化する訓練が必要である。イメージマップを書く回数をこなすことにより、教科書にすぐ頼ることなく、整理され系統立った知識が信頼できるものであることを体験させるのが効果的と思われる。

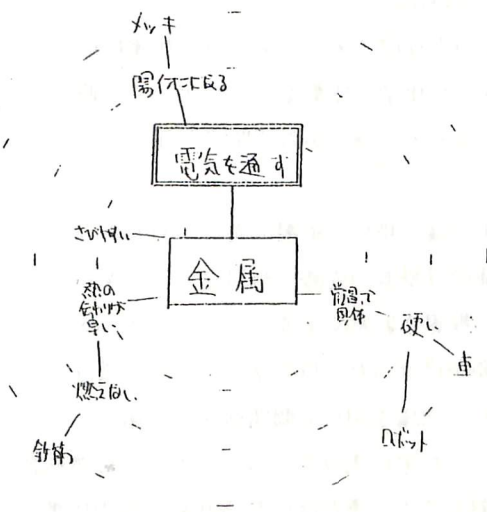
### (2) 系統化された知識を活用させる

たとえば化学では化合物やイオン等が数多く存在し、生徒はその名前、色、性質、反応性といったものを憶えなくてはならない。これを別個に憶えては大変であるが、系統化させ関連づけさせておくと生徒はかたまりとして記憶し、問題を解く時に正しく再現でき活用しやすくなる。イメージマップを書かせる時にこの点をよく説明し、イメージマップを書いて、手がかり情報の集まりを意識に上らせてから問題を解いたり、イメージマップを基に文章化してまとまりのある知識にすると効果的と思われる。

### (3) 生徒の知識量やイメージの傾向を事前に知って

#### 授業の工夫をはかる

単元に入る前に、生徒にその単元についてのイメージマップを書かせると、生徒達の持つ知識の質・量を、又イメージの傾向を事前に知ることができる。図1は単元「金属元素」で書かせたものであるが、このイメージマップに代表されるように金属というと、「電導性」「硬い」「重い」がイメージとして大半を占める。そこで展開時には粉体金属の示すおもしろい性質や、イオンの反応性を実験や雑誌・新聞記事のコピーを配布して広い角度から見れるように工夫したり、金属中唯一液体の水銀を電池による環境汚染といった話題を通して考えさせる工夫をはかってみた。



(図1) 単元学習前のイメージマップ

#### (4) 単元の前後で書かせたイメージマップより、知識の質的・量的変化を知る

単元に入る前と同じキーワードで単元終了時にもイメージマップを書かせると、生徒がその単元内容を学習したことによって、どのように知識の量的・質的な変容をとげたかが、この2つのイメージマップの比較で明らかになる。マップ内に書かれた単語や事象の関連づけのしかたを見ると、どのような理解のしかたがなされたかが読みとれる。

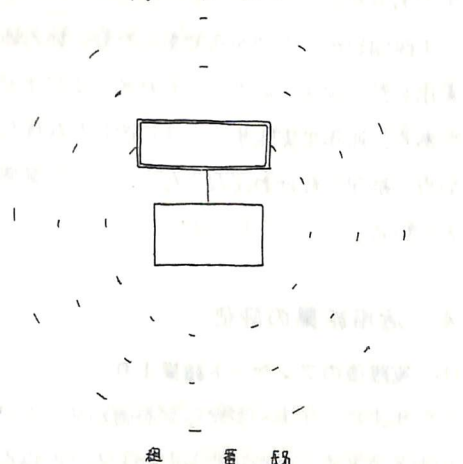
教師も自分の教えた内容をイメージマップ内に整理して書いておくと、生徒との認識の差を明らかにすることができるし、授業改善に役立てることができる。教師が強調したことが必ずしも生徒の記憶の中に中心的な位置を占めていないこともあるし、余談がむしろ多く残っていたりして、がっかりさせられたりするものである。

### 3. 活用の場面・方法・内容

単元最初の授業冒頭15分間と、単元終了後の授業冒頭15分間に実施した。初回はまず、イメージマップを書く目的を説明し、過去に実施したイメージマップの例や書き方の書いてあるプリントを配布。2学期から実施したが、この時ちょうど修学旅行を4日後に控えていたので、「北海道への修学旅行」というキーワードでイメージマップを書かせ練習させた。その際、キーワードを見て最初に思い浮かんだ事を二重枠の中へ記入し、これと関連した事を第2円上に書き、さらに第2円上に書いた事を手がかりに思い浮かんだ事を第3円上に書くよう指導した。生徒は初めての体験で、なかなか筆が進まないようであったが、中には連想ゲーム風書き出すと比較的スラスラと書く生徒もいた。書き方に慣れた頃、関係ありそうな事を本質的段階の要素群から、より具体的な実体的段階、現象的段階へと関連させて2次元的に広げて書くように助言した。図2は本実践で用いたものであるが、生徒の中には、第1円上にキーワードに関連して思い出せる単語や事象をできるだけ多く書いてから、これを手がかりに思い浮かんだ事を第2円に書くやり方をする生徒もいたが、これも良しとした。

又、第4回目のイメージマップを書く時（単元は電池・電気分解）、その前の単元（酸・塩基・塩）で生徒が書いたイメージマップ中、工夫して書かれてあるものを2例プリントして配布した。そしてその工夫点が、①放射線状に外側へ広がるにつれてより具体化されたり、個別化されていること②同一円上には、できるだけ等質のものを書いていること③反対の性質も同一円上に隣り同士に並べていること等であることを指摘し、生徒がイメージマップを今度書く時留意して書けるように指導した。図3はそのうちの1例であるが、「酸・塩基・塩」に出てくる物質名や現象名がほぼ全体的に把握されており、本質的要素群から実体的要素群、現象的要素群へとという階層構造がある。

イメ - ジ マ ッ プ



(図2) 配布したイメージマップ

最初慣れるまでは教科書やノートを見ていても注意

しなかったが中頃からは見ないで記入するように指導していった。

大きさは学習する前後でイメージマップの質的・量的変化を見やすいようにB6とした。キーワードは2,3学期毎回共通して使えるよう空欄にしておき、その都度板書して生徒に記入させるような方法とした。

キーワードは単純に(工夫がなかった)単元名としてその単元名で一番強く思い出すものを二重枠の中へ記入させた。

記入させたイメージマップはその場で回収し、B4の半紙に個人別に貼り、前後の比較がしやすいように単元前を左に、後を右にといった型にした。又書いた内容を量的な観点と関連性の観点と広がりといった観点から評価し、記号化したものを各イメージマップに記入しておいた。表2はこの時に用いたランク記号と、その判断基準であり、後に出てくる記号A~Dはこの基準で決定されたものである。

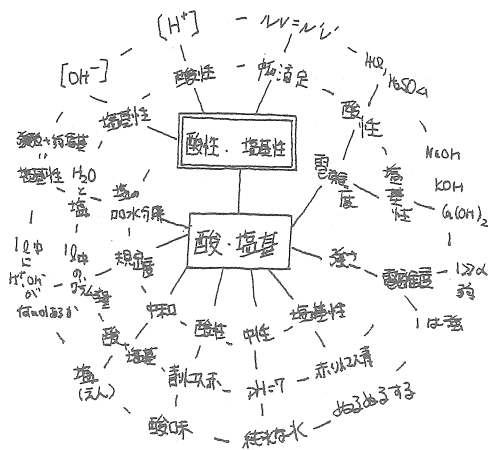
このようなランク記号をイメージマップの右上に書き入れておくと、単元に入る前のランクと単元後のランクの比較をして、生徒のイメージマップの変容をある程度数量化することができた。又、情報活用力の向上と問題解決力の向上や、問題を把握する力の向上の関連性を見るための客観的資料を作る上で必要不可欠であった。

実践開始が2学期からであったり、いろいろ手を変え出したのが3学期であったため、まだ不十分な中身であり、通年で実践するときには改良しなければならない点、補足しなければならない点をこの基準内容は含んでいる。

#### 4. 活用結果の評価

##### (1) 実践後のアンケート結果より

学年末に、イメージマップを書かせたクラス全員に、イメージマップに対する意識調査を行った結果が表3である。「役に立ったか」と「改良点は何か」の2点について無記名で答えさせた。約50%の生徒が何らかの形で役に立つと答えており、効果がある程度あったといえる。イメージマップの改良点に



(図3) 工夫のあるイメージマップ

(表2) イメージマップのランク

記号	判断基準	内容
A	↓	授業で学習した事柄がわずかししか書かれてない
B	↓	授業で学習した事柄はある程度書かれてある
C	↓	授業で学習した事柄は大体書かれてあるが、それ以外の、テーマに関係あったり関係ありそうな事柄は、書かれてあってもわずかしかない
D	↓	授業で学習した事柄が大体書かれてあり、それ以外の、テーマに関係あったり関係ありそうな事柄も、いくつかの角度から書かれてあって広がりがある



については、いくつかの建設的な意見が述べられておりこれらを用いて少し考察してみたい。

（表3）イメージマップの有効性

a 「大きさをもっと大きく」「もっときれいに」  
教師が比較検討しやすいようにB6でイメージマップを書かせたが、生徒にとってはやや窮屈だったようである。もう少し余裕をもって書くことができるB5～B4が適当かもしれない。又円もコンパスを使って適当に破線を書いたため、生徒はその破れている箇所にかどわってしまったり、見にくくなったりしたので、点線の円にし自由な角度から書かせた方がよい。

問2	イメージマップは役に立ちましたか。	
a.	役に立つ	50%
b.	役に立たない	23%
c.	どちらでもない	27%
問3	イメージマップを改良するとしたら、何でしょうか。（自由記述）	
・	紙の大きさについて	2人
・	二重枠について	2人
・	イメージマップの用い方	3人

b 「中心にキーワード用の四角が1つで良い」「二重枠はいつも何を書こうか悩む」

生徒の記入状況を見ていると、この二重枠の中に書くまでにかなりの時間を要している。特に単元終了後に書く時は、いろいろな単語が浮かび整理するのに意識がとられ、順序はあまり関係がなくなるようである。思い浮かぶ単語や事象を体系的に、又は分類しながら書こうとするにはむしろ二重枠を無視して「360°の角度」から書くことを優先させた方がよいと思われる。反面、単元に入る前に書かせたイメージマップの二重枠の中身は、生徒の単元内容に対する第1印象の傾向を知ることができ、授業展開上参考にすることができ有効である。

c 「単元の最初にイメージマップに先生が授業内容を書いて見せたら良い」「正解を教師が示す」

生徒はともするとイメージマップを小テストのように考え、その良否に目がいってしまう傾向を示す。そのような生徒は教科書について手がいたり、テストの如く正解をほしがる。イメージマップは目的ではなく手段であることをくりかえし説明する必要がある。

d 「生徒のいいイメージマップをみんなに発表し、話し合ったり、先生が見本を見せたら良い」

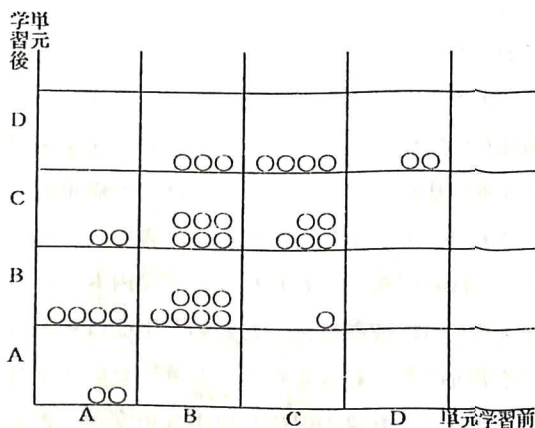
イメージマップに正解というものは存在しないが、質的にレベルの高いイメージマップや工夫のあるイメージマップを見ることにより、生徒は自分のと比較し構造化する上で助けとなるので、このような場を持つことは有効である。本実践でも3回目のイメージマップの中から2点を選び、印刷して生徒に紹介したが、このアンケートが指摘するように、授業中に取り上げたマップの書き主がその意図を説明したり、他の生徒が批判したりしてやった方が構造化する力の向上に有効であると思われる。又教師が放課後等に生徒とイメージマップを用いて話す時間を持っても同様な効果をあげることができると思われる。

## (2) イメージマップの変化より

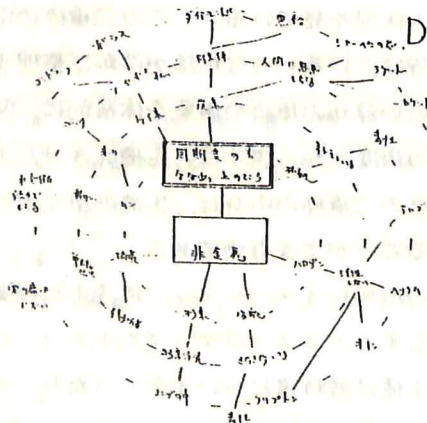
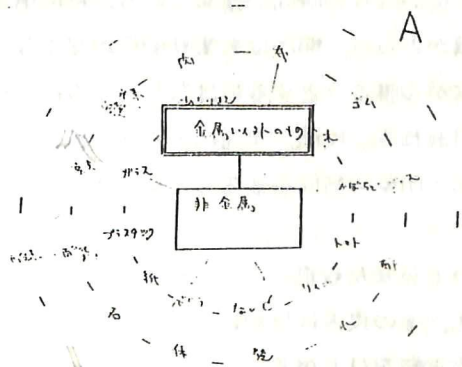
### a 単元の前後で

単元内容を学習する前と後では、イメージマップ中に記入してある単語数や事象の数が明らかに増加している。学習する前は知らなかった現象・物質、その性質・反応性等を生徒は1つひとつ思い出し、分類し、構造化している。問題を把握し、それを解決するための前提条件が充たされたと考えられる。

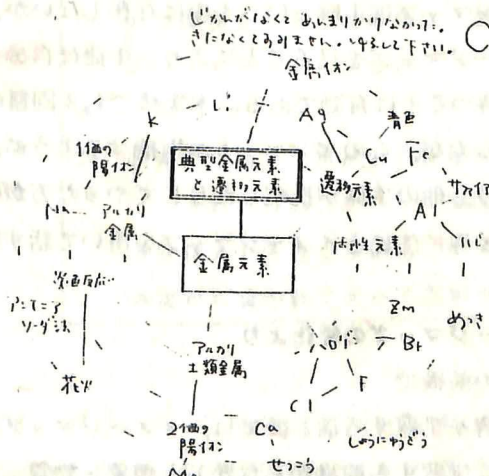
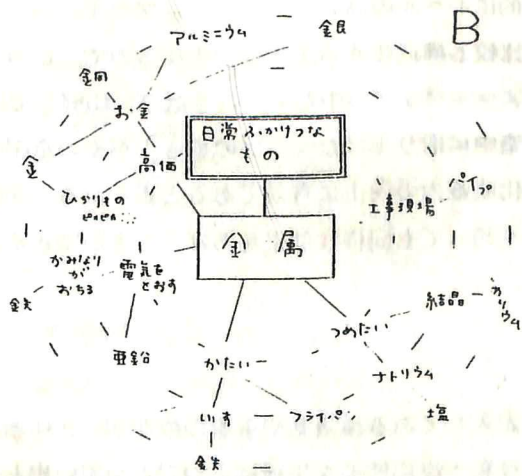
図4は、単元「金属元素」を学習する前と後で内容にどのような変化が生じたかを表わしている。横軸に単元前のイメージマップの評価をA(テーマに関係のある事柄がわずか)～D(テーマに関係のある事柄がいくつかの角度から大体書かれている)に、縦軸に単元内容を学習した後のイメージマップの評価をA(同上)～D(同上)にとって、各生徒のイメージマップの評価内容の変化を見ようとした。結果としては、約5割の生徒が質、量ともに向上しており、学習によって知識が身につけている事、そして関連のつけ方によって差はあるものの、構造化されている事がわかる。



(図4) 学習によるランク変化



(図5) A君のイメージマップの変化



(図6) Bさんのイメージマップの変化

前頁図5のA君は「非金属」の単元内容を学習する前は、非金属について散漫な事柄しか知らなかったのが、単元終了後のイメージマップでは元素別に各々の性質や、具体例を系統的にまとめあげ、構造化している。第3円には日常生活で見うけられる物品名や性質が並べられており、教室内で学んだ知識を経験や日常生活とリンケージしようとする姿が見られる。図6のBさんは「金属元素」の単元内容を学習する前のイメージマップでもできるだけ自分の知っている金属の性質から、より具体化、実体化させようと試みている跡が伺われる。単元終了後のイメージマップでは金属元素を族やグループを出発点として元素を系統的に把握し、その具体例を書いたり、いくつかの角度から書こうとしている。量的に少し不足しているのは時間（15分）切れのためと思われる。

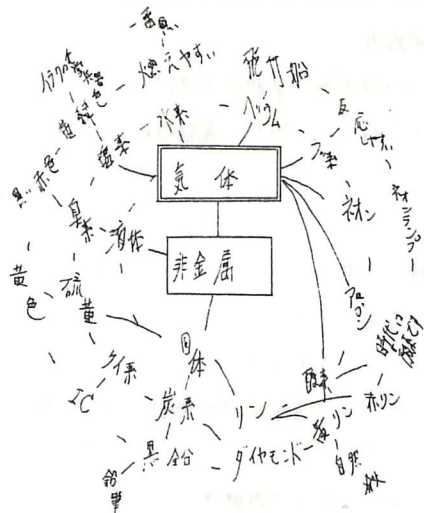
#### b 回数を重ねた後に

イメージマップを合計9回生徒に書かせてみたが、3学期の7～9回目になるとかなりの数の生徒は学習して得た知識を本質的段階の要素群を出発点として、実体的段階、現象的段階の要素群へと関連させて行く手法を身につけることができたし、約半数の生徒はイメージマップの内容に質的・量的な向上が見られる。又、詳細に検討していくと語数や事象数の増加の他に、図6のBさんや図7のC君のように、書く時に自分の頭の中で方針（Bさんは金属の性質や族、C君は物質の三態）を立てて書いているケースも出現するようになったので、構造化する力はやはり身についてきていると考えられる。特に3学期は定性的分野で、物質名や反応性・性質といったものが多いので、これらを構造化しておくことによりテストの基本問題を解く力にはなったと思われる。Bさんは2学期のテストの平均点が43点であったのが、3学期は75点と大きく飛躍した。もちろんこれが全てではなく本人の頑張りが大半ではあろうが一助になったことはまちがいない。

生徒の中にはイメージマップでうまくまとめられても、テストに直接効果が表われない場合もある。A君の場合はイメージマップはD（授業で学習した事柄が大体書かれてあり、それ以外の、テーマに関係あったり関係ありそうな事柄も、いくつかの角度から書かれてあって広がりがある）であるが、2学期のテストの平均点61点が3学期も66点とあまり伸びを示していない。成績中位群で、普段のレポートや学習をきちんとしながら、なかなかテストの点にならなかった生徒に効果があるように思われる。

#### (3) 全体より

実践期間が短かったためやり残した事がある。第一は、イメージマップを書くことによって生徒が身につけたらう情報整理力、構造化力を試してやる場の設定が少なかった事である。学習事項に関連ある映像情報や文字情報もミックスして、身につけた力で構造化し、レポートを書く等してまとめる状況を設定する必要がある。第二に、この実践は物質の定性的な側面を学習する単元だったので手応えがあったが、定量的側面や理論の学習が主となる単元での研究が必要である。



(図7) C君のイメージマップ